

ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT,

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

Preis vierteljährlich 4 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin, Dörnbergstrasse 7.

№ 764. Jahrg. XV. 36. 1904.

Ueber die Darstellung von Eisen und Stahl unter Zuhilfenahme des elektrischen Stromes.

Von Dipl.-Ing. W. Troeller.

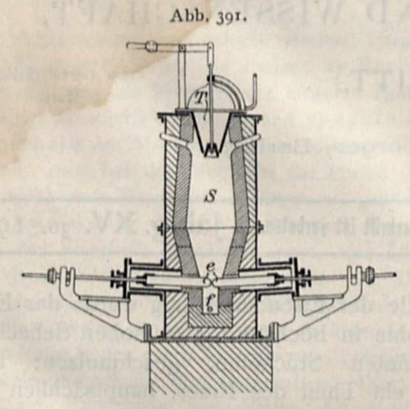
Mit sechs Abbildungen.

Zu den zahlreichen Anwendungsgebieten, welche sich die Elektricität bei ihrem raschen Siegeszuge erobert hat, hat sich seit einigen Jahren ein neues gesellt: die Erzeugung von Eisen und Stahl. Angeregt durch die Versuche des italienischen Hauptmanns Stassano, hat sich eine lebhafte Erfinderthätigkeit in der Verwendung des elektrischen Stromes bei der Eisendarstellung entwickelt; in Italien, Frankreich und Schweden sind mehrere Versuchsanlagen entstanden und im Entstehen begriffen, und es hat den Anschein, als ob einige dieser neuen Verfahren in der Praxis festen Fuss fassen werden. Stassano ist allerdings nicht der Erste, welcher Eisen mit Hilfe des elektrischen Stromes darstellte. Vor ihm haben bereits der bekannte Metallurge William Siemens und Andere die Verwendung des elektrischen Stromes zur Eisenerzeugung in Vorschlag gebracht. Jedoch gebührt Stassano das Verdienst, zuerst ein brauchbares Verfahren durchgearbeitet und in die Praxis eingeführt zu haben.

Das Verfahren Stassanos schliesst sich an den alten Stückofenbetrieb an. Nach dieser Methode der Eisendarstellung wurde das Erz mit Holzkohle in höchstens 5 m hohen Schachtöfen, sogenannten Stücköfen, geschmolzen; hierbei wurde ein Theil des Erzes, hauptsächlich durch directe Reduction, d. h. durch den festen Kohlenstoff, in metallisches Eisen verwandelt, während der andere Theil nur zu Eisenoxydul reducirt wurde und mit der dem Erze beigemengten Kieselsäure eine leichtflüssige Eisensilicatschlacke bildete. Das Eisen sammelte sich in Form eines teigigen Klumpens (Stückes) am Boden des Ofens an; nachdem der Klumpen eine genügende Stärke erlangt, wurde der Betrieb des Ofens unterbrochen, das Mauerwerk unten aufgebrochen und der Klumpen herausgenommen. Infolge der geringen Temperatur im Ofen und infolge der Gegenwart der Eisensilicatschlacke, durch welche eine energische Verbrennung des Kohlenstoffs bewirkt wird, konnte das Eisen im Stückofen nur wenig Kohlenstoff und andere Beimengungen aufnehmen; es entstand daher nicht Roheisen, sondern unmittelbar schmiedbares Eisen oder Stahl. Mit dem zunehmenden Bedarf an Eisen musste der Stückofenbetrieb bald der mittelbaren Eisenerzeugung weichen, nach welcher im Hochofen zuerst aus den Erzen Roheisen erschmolzen und dieses dann durch Frischen in Eisen und Stahl verwandelt wird. Die Gründe für das Verschwinden des scheinbar einfacheren

und schneller zum Ziele führenden Stückofenbetriebes sind einestheils in seiner durch die geringe Höhe des Ofens und den unterbrochenen Betrieb bedingten geringen Productionsfähigkeit zu suchen, anderntheils in dem unvermeidlichen grossen Verlust an Eisen, welcher infolge des zunehmenden Werthes der Eisenerze empfindlich wurde. Obwohl nun Stassano ebenfalls in einem Schachtofen Eisen und Stahl unmittelbar aus den Erzen herstellt, unterscheidet sich sein Verfahren doch wesentlich von dem Stückofenbetriebe. Während beim Stückofenbetriebe Kohle sowohl zur Reduction des Eisenerzes als auch zur Erzeugung der zur Durchführung des Processes erforderlichen Wärme dient, mischt Stassano dem Erze nur so viel Kohle bei, als zur Reduction und Kohlung des Eisens eben erforderlich ist; die zur Schmelzung erforderliche Wärme wird durch den elektrischen Strom aufgebracht. Infolge der durch den elektrischen

Abb. 391.



Elektrothermischer Ofen von Stassano.

Strom leicht erzielbaren hohen Temperaturen wird das Eisen in den Schmelzfluss übergeführt; dadurch wird ein ununterbrochener Betrieb möglich. Ferner schmilzt Stassano nicht eine Eisensilicatschlacke, sondern eine kalkreiche, eisenarme Schlacke; da die Beschickung des Ofens nur so viel Kohlenstoff enthält, als zur Bildung der gewünschten Eisensorte erforderlich ist, kann auch bei Abwesenheit einer kohlenstoffverzehrenden Eisensilicatschlacke eine zu hohe Kohlung des Eisens vermieden werden. Man ersieht aus diesem Vergleich, dass die Nachtheile des Stückofenbetriebes, unterbrochener Betrieb und grosser Eisenverlust, durch die Verwendung des elektrischen Stromes glücklich vermieden werden.

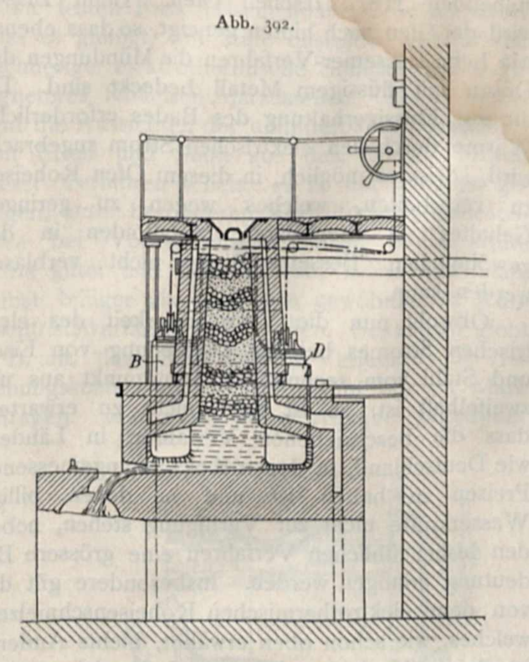
Der von Stassano bei der ersten Versuchsanlage in Darfo (Prov. Brescia) zur Ausführung seines Verfahrens verwendete Ofen (Abb. 391) schliesst sich seiner Form nach eng an den gewöhnlichen Hochofen an. An Stelle der bei dem letzteren oberhalb des cylindrischen Sammelraumes für das geschmolzene Metall in den Ofen einmündenden Heisswinddüsen treten jedoch bei dem Stassanoschen Ofen zwei sich gegenüberstehende Elektroden *e*. Durch den zwischen den Elektroden überspringenden Lichtbogen wird das in dem Schacht *S* reducirte Eisen geschmolzen, tropft zwischen den Elektroden herab und sammelt sich am Boden des Ofens, von wo es von Zeit zu Zeit durch ein Stichloch *f* entfernt wird. Zur Erzielung der gewünschten gleichmässigen Eisenqualität ist es von grosser Wichtigkeit, dass Erz, Kohle und Kalkstein in Form einer möglichst homogenen Mischung in die Schmelzzone des Ofens eintreten. Diese Nothwendigkeit erkannt und die daraus sich ergebenden Schwierigkeiten überwunden zu haben, ist das Hauptverdienst Stassanos. Er berechnet genau die erforderliche Menge an Erz, Kohle und Kalk, pulvert die Stoffe, mischt sie im berechneten Verhältniss zu einander und brikettirt die Mischung mittels Theers. Die erhaltenen Briketts werden zerschlagen und durch den Trichter *T* in den Ofen eingebracht. Durch Veränderung der Menge des beigemischten Theers kann der Kohlungsgrad des erschmolzenen Eisens beliebig bestimmt werden. Dieser Weg ist zwar umständlich und kostspielig, wird jedoch beim Erzschmelzen auf schmiedbares Eisen und Stahl kaum umgangen werden können. Stassano hat seinem Ofen inzwischen andere, zweckmässigere Formen gegeben, ohne jedoch von dem Princip seines Verfahrens abzuweichen.

Einen anderen Weg als Stassano schlagen die Franzosen Keller (Compagnie électrothermique Keller, Leleux et Cie. in Kerrousse bei Hennebont [Bretagne]) und Héroult (Société électro-métallurgique française in Froges [Isère]) ein. Sie verzichten darauf, in dem Schachtofen, in dem die Reduction und Schmelzung vorgenommen wird, unmittelbar schmiedbares Eisen oder Stahl darzustellen. Der elektrische Schachtofen dient bei ihnen nur dazu, Roheisen zu erzeugen, stellt also einen gewöhnlichen Hochofen dar, bei dem die zur Reduction und Schmelzung erforderliche Wärme statt durch Verbrennung von Koks durch die thermische Wirkung des elektrischen Stromes gewonnen wird. Das erhaltene Roheisen wird in einem von dem Schachtofen getrennten elektrischen Frischofen auf schmiedbares Eisen und Stahl verarbeitet. Auf diese Weise wird die subtile und theure Vorbereitung der Stoffe nach dem Stassanoschen Verfahren entbehrlich; dagegen wird die Anlage complicirter und theurer, der Stromverbrauch grösser.

In Abbildung 392 ist der Erzschmelzofen nach Keller dargestellt. Derselbe unterscheidet sich von dem Stassanoschen Ofen zunächst dadurch, dass der Herd erweitert ist und dass die Elektroden *D, B,* von denen zwei oder mehrere Paare vorhanden sind, von oben her in den erweiterten Herd hineinragen. Auch wird bei

diesem Ofen die durch den Strom erzeugte Wärme nicht durch den Flammenbogen ausgegeben, sondern diese Wärme stellt sich als Joulesche Wärme dar, indem der Strom von

Abb. 392.



Elektrothermischer Erzschmelzofen von Keller.

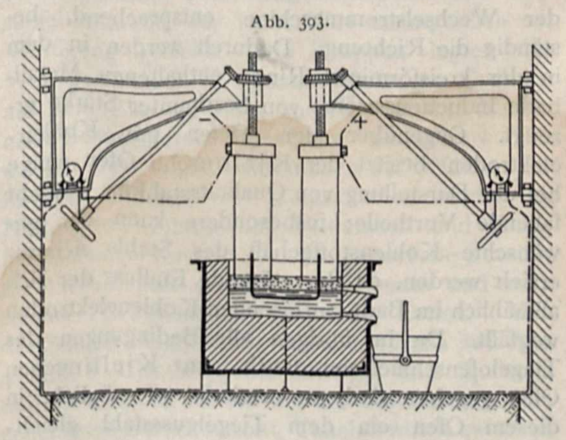
einer Elektrode zur andern durch den Widerstand der Schlacken- und Roheisenschicht hindurch übergeht. Das gebildete Roheisen sammelt sich am Boden des Ofens an und wird von Zeit zu Zeit in einen daneben angeordneten elektrischen Frischofen abgestochen. Die Héroultsche Anlage arbeitet ähnlich wie die Kellersche.

Der Franzose Harmet und das Syndicat de l'acier Gérard in Paris ziehen ebenfalls den Umweg über das Roheisen vor, wollen jedoch die aus der Gicht des elektrothermischen Schachtofens entweichenden kohlenoxydreichen Gase dadurch nutzbar machen, dass sie dieselben absaugen und unten wieder in den Ofen einführen, um sie von neuem für die Reduction des Erzes zu verwerthen. Eine andere Idee Harmets besteht darin, Erz und Brennstoff in zwei getrennten Schächten einem erweiterten, die Elektroden aufnehmenden Herdraum derart zuzuführen, dass sich der Brennstoff vor dem Stichloch anhäuft; das geschmolzene, durch die im Erzschacht aufsteigenden Gase theilweise reducirte Erz wird hierbei gezwungen, vor dem Austritt aus dem Ofen die dichten glühenden Kokshaufen zu durchdringen, und dadurch vollkommen reducirt und gekohlt. Den im Anschluss an die elektrothermischen Erzschmelzöfen von Héroult und Keller Verwendung findenden elektrothermischen Frischofen veranschaulicht Abbildung 393. Der Ofen besteht aus einem ziemlich flachen Herde, in den von oben her in senkrechter Richtung verstellbare Elektroden eintauchen. Diese werden in die über dem Metallbade angesammelte Schlackenschicht bis zu einer solchen Tiefe herabgesenkt, dass der elektrische Widerstand der zwischen den beiden Elektroden sich erstreckenden Schlackenschicht grösser ist als der Widerstand der unterhalb der Elektroden befindlichen Schlacke zusammen mit dem Metallbade; der Strom wird auf diese Weise gezwungen, durch das Metallbad hindurchzufliessen. Die Frischwirkung, d. h. die Verbrennung des Kohlenstoffs des Roheisens, wird bei diesem Ofen anscheinend dadurch erzielt, dass die Schlacke eisenoxydulreich gehalten wird und dass das Metallbad durch den hindurchgehenden Strom nicht nur erhitzt, sondern auch in Wallung gebracht wird, so dass nach und nach alle Theile des Metallbades mit der Schlacke in Berührung treten.

Während das beschriebene Héroultsche Frischverfahren etwa als elektrothermischer Puddelprocess bezeichnet werden kann, stellen sich die von dem Franzosen Gin und dem Schweden Kjellin erfundenen elektrothermischen Verfahren als Martinir-Verfahren dar, bei denen die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Wärme statt durch Verbrennung erhitzten Generatorgases durch den elektrischen Strom aufgebracht wird. Im übrigen können diese Verfahren genau wie der Martin-Process geführt werden; es kann ein höherer oder geringerer Procentsatz Roheisen mit schmiedeeisernem Schrot verschmolzen werden, es kann nach dem Einschmelzen mit Erz gefrischt werden oder eine andere der zahlreichen Modificationen des Martin-Processes angewendet werden.

Der Ofen von Gin (Abb. 394) besteht aus einem in ein Gewölbe einzuschiebenden Wagen

Abb. 393.

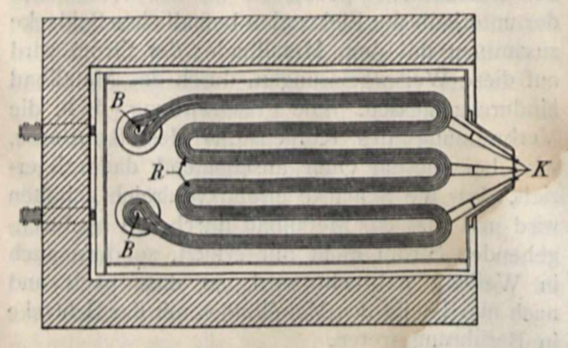


Elektrothermischer Frischofen von Héroult.

mit feuerfester Plattform, in welcher eine zur Aufnahme des Metallbades dienende, mehrfach hin und her gewundene Rinne *R* angeordnet ist; die Enden dieser Rinne sind an die aus wassergekühlten Stahlblöcken *B* bestehenden Pole des

elektrischen Stromkreises angeschlossen. Der fertige Stahl wird durch die Oeffnungen *K* abgestochen. Bei dieser Anordnung bildet das Metallbad infolge seines geringen Querschnitts

Abb. 394.



Elektrothermischer Ofen von Gin.

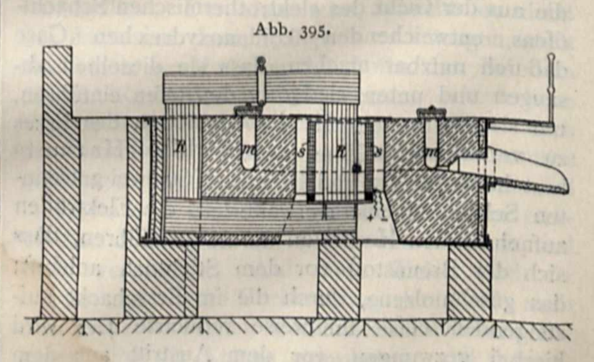
und seiner grossen Länge einen verhältnissmässig grossen Widerstand, so dass schon bei verhältnissmässig geringen Stromstärken hohe Temperaturen erzielt werden.

Eine eigenartige, überraschende Idee liegt dem Ofen Kjellins (Gysinge Aktiebolag in Stockholm) zu Grunde. Bei diesem Ofen (Abb. 395) ist das Metallbad in einer kreisförmigen Rinne *m* enthalten, welche in einem Block aus feuerfestem Mauerwerk liegt, in dessen Mitte eine an die Pole einer Wechselstrommaschine angeschlossene Kupferdrahtspule *s* angeordnet ist. Durch diese hindurch geht der eine Schenkel eines aus dünnen Eisenblechen zusammengesetzten rechteckigen Rahmens *R*, welcher die Rinne *m* an einer Stelle umschliesst. Wird die Drahtspule erregt, so wird der Eisenrahmen magnetisch, und zwar wechselt der Magnetismus, den Wechseln der Wechselstrommaschine entsprechend, beständig die Richtung. Dadurch werden in dem in der kreisförmigen Rinne enthaltenen Metallbade Inductionsströme von bestimmter Stärke erzeugt. Gegenüber den Oefen mit Kohlenelektroden besitzt der Kjellinsche Ofen einige bei der Darstellung von Qualitätsstahl ins Gewicht fallende Vortheile; insbesondere kann der gewünschte Kohlenstoffgehalt des Stahls sicherer erzielt werden, da der störende Einfluss der sich allmählich im Bade auflösenden Kohlenelektroden wegfällt. Da im übrigen alle Bedingungen des Tiegelofenschmelzens auch im Kjellinschen Ofen gegeben sind, so erscheint es möglich, in diesem Ofen ein dem Tiegelgussstahl gleichwerthiges Material darzustellen.

Neben den beschriebenen, zur Ausführung des Martinir-Verfahrens dienenden Oefen ist ein neuerer Ofen Héroults (Abb. 396) erwähnenswerth, welcher die Ausführung des Windfrischverfahrens unter Zuhilfenahme des elektrischen Stromes gestattet. Dieser Ofen besteht aus einem kippbaren, birnenartigen Behälter mit seitlichen Winddüsen *x*; die Wirkung der von oben her in das Bad eintauchenden Elektroden *d* ist dieselbe wie bei dem oben beschriebenen feststehenden Héroultschen Ofen. Beim Blasen wird der Ofen nach hinten geneigt, so dass ebenso wie beim Bessemer-Verfahren die Mündungen der Düsen mit flüssigem Metall bedeckt sind. Da die zur Flüssigerhaltung des Bades erforderliche Wärme durch den elektrischen Strom zugebracht wird, so ist es möglich, in diesem Ofen Roheisen zu verarbeiten, welches wegen zu geringen Gehaltes an brennbaren Metalloiden in der gewöhnlichen Bessemer-Birne nicht verblasen werden kann.

Obwohl nun die Verwendbarkeit des elektrischen Stromes bei der Darstellung von Eisen und Stahl vom technischen Standpunkt aus unzweifelhaft ist, so ist doch nicht zu erwarten, dass die beschriebenen Verfahren in Ländern wie Deutschland, in denen Koks zu angemessenen Preisen zu haben ist und in denen billige Wasserkräfte nicht zur Verfügung stehen, neben den bisher üblichen Verfahren eine grössere Bedeutung erlangen werden. Insbesondere gilt das von dem elektrothermischen Roheisenschmelzen, welches, wie schon oben erwähnt, nichts Anderes ist als ein Hochofenschmelzen, bei welchem zwar die Reduction des Eisenerzes durch Kohle bewerkstelligt wird, die zur Durchführung des Processes erforderliche Wärme jedoch durch den elektrischen Strom geliefert wird. Nun ist allgemein bekannt, dass der elektrische Strom als wärmeerzeugendes Mittel nur ausnahmsweise, z. B. zur Erzeugung von Temperaturen, die durch Verbrennung von Kohle oder Gasen nicht erreichbar sind, verwendet wird, weil die Kosten der durch den elektrischen Strom erzeugten Wärme unverhältnissmässig hoch sind. Es ist

Abb. 395.

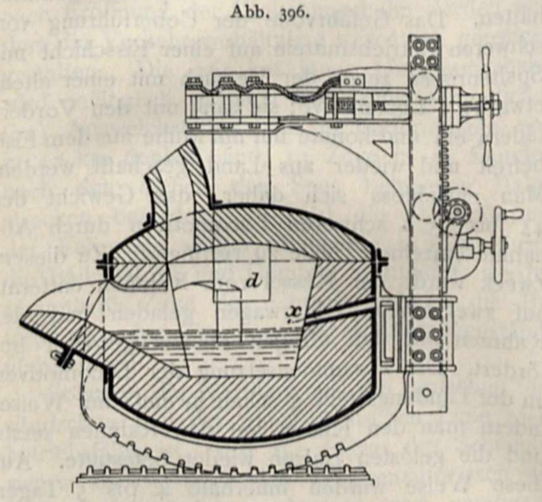


Elektrothermischer Ofen von Kjellin.

daher in gewöhnlichen Fällen nicht daran zu denken, dass Roheisen mit Hilfe des elektrischen Stromes auch nur annähernd so billig hergestellt werden kann als im Hochofen, zumal der heutige Hochofenprocess in Bezug auf Wärmeausnutzung ausserordentlich günstig arbeitet. Selbst dort,

wo billige Wasserkräfte und billige Erze zur Verfügung stehen, das Hochofenschmelzen jedoch wegen zu hoher Brennstoffpreise unwirthschaftlich ist, wird das elektrothermische Roheisenschmelzen kaum festen Fuss fassen können, es sei denn, dass es gelingt, mit Hilfe desselben ein für das nachherige elektrothermische Stahlschmelzen geeigneteres Roheisen darzustellen. Etwas besser sind die Aussichten der unmittelbaren Darstellung von Eisen und Stahl aus den Erzen. Mittels dieser Verfahren scheint es in der That zu gelingen, unter besonderen Verhältnissen, insbesondere bei Vorhandensein billiger Wasserkräfte sowie guter und billiger Erze, Eisen und Stahl selbst billiger als nach den gewöhnlichen Roheisenfrischverfahren herzustellen. Stassano giebt z. B. an, dass nach seinem Verfahren die Gestehungskosten einer Tonne Stahl nur 75 Mark betragen. Mag man dieser Angabe gegenüber

Abb. 396.



Elektrothermischer Windfrischofen von Héroult.

auch etwas ungläubig sein, so muss man doch die wirthschaftliche Möglichkeit dieses elektrothermischen Verfahrens zugeben. Allerdings ist die Einführung auch dieses Verfahrens in Ländern, welche über zum Hochofenschmelzen brauchbaren, im Preise angemessenen Brennstoff verfügen, vorläufig ausgeschlossen. Auch den elektrothermischen Roheisenfrischverfahren ist in diesen Ländern kaum eine grosse Zukunft vorauszusagen. Immerhin ist es möglich, dass insbesondere die Oefen von Kjellin und Gin mit der Zeit derart vervollkommnet werden, dass sie als Ersatz des Martin-Ofens und des Tiegelofens auch unter weniger günstigen Bedingungen in Frage kommen. [9162]

Auf dem Eise des Baikalsees.

Als der russisch-japanische Krieg ausbrach, war die Baikal-Umgehungsbahn, das Verbindungsglied zwischen der Sibirischen und der Transbaikalischen Eisenbahn, noch im Bau begriffen.*) Die beiden als Eisbrecher ausgebildeten Dampffähren konnten wegen schwieriger Eisverhältnisse den Verkehr zwischen den Landungsplätzen Listwenitschnoje, unweit der Station Baikal am westlichen Ufer, und Tanchoi am östlichen Ufer des Sees nur bis zum 14. Januar aufrecht erhalten. Zur Beförderung der Truppen und Kriegsgegenstände nach dem ostasiatischen Kriegsschauplatz, zur Ueberführung der Betriebsmittel für die Eisenbahnstrecken östlich des Baikalsees und für den Personen- und Güterverkehr mussten daher besondere Maassnahmen auf dem Eise des Sees ergriffen werden.**) In der Richtung Station Baikal—Tanchoi, auf etwa 45 km Länge, wurden auf dem Eise eine Telegraphenleitung, in Abständen von 5 bis 6 km je eine heizbare Schutzhütte mit Signalglocken und Wachtposten, und in der Mitte der Wegstrecke die Station Sseredina mit Speise- und Warteräumen für Fahrgäste aller Classen errichtet. Nachts benutzte man die Telegraphenmasten als Ständer für Beleuchtungskörper; auf der Station Sseredina brannten Petroleumglühlampen, die Endstationen Baikal und Tanchoi waren elektrisch beleuchtet. Mit der Beaufsichtigung des Weges waren zahlreiche Arbeiter, zeitweilig bis 600 Soldaten aus Irkutsk beschäftigt; sie mussten den Schnee abräumen, an den Stellen, wo sich Eisspalten bildeten, sofort über diese kleine hölzerne Brücken errichten, bei Eintritt eines Schneegestöbers oder Schneesturmes durch Glockengeläute den Reisenden die Richtung andeuten und über alle Vorkommnisse sofort den ständigen Wachtposten in den Schutzhütten Bericht erstatten. Den Reisenden, die in Schlitten befördert wurden, hatte die Bahnverwaltung als Schutz gegen Kälte und Schneegestöber zahlreiche Schafpelze und Filzstiefel während der Ueberfahrt unentgeltlich zur Verfügung gestellt. Die Truppen legten den Weg gewöhnlich in feldmarschmässiger Ordnung auf dem Eise zu Fuss zurück; nur bei Eintritt eines Schneesturmes oder Schneegestöbers wurden sie mit dem Gepäck zusammen auf Schlitten befördert. Officiere und Mannschaften wurden mit Halbpelzen, Filzstiefeln, Fellmützen und Fausthandschuhen versorgt, die die kaiserliche Familie, die Gesellschaft des Rothen Kreuzes und zahlreiche Privatpersonen gespendet hatten. Von der Station Baikal erfolgte der Aufbruch zwischen 4 und 8 Uhr Morgens, Mittags fand Speisung und Erwärmung in den auf der Station Sseredina errichteten Baracken statt, Tanchoi wurde zwischen

*) S. *Prometheus* Nr. 752, S. 380.

**) Die in den sechziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts am Baikalsee etwa in der Richtung der Umgehungsbahn erbaute Poststrasse ist für die Beförderung von Truppen und Kriegsgegenständen wegen ihrer Unwegsamkeit im Gebirge von der Kriegsleitung überhaupt nicht in Betracht gezogen worden.

4 Uhr Nachmittags und 8 Uhr Abends erreicht. Nach abermaliger Speisung begann dann die Fahrt auf der Transbaikalischen Eisenbahn. Die Ueberführung der Kriegsgegenstände wurde theils auf Schlitten bewerkstelligt, theils erfolgte sie mit den Betriebsmitteln zusammen unter Benutzung eines innerhalb 16 Tagen auf dem Eise errichteten Schienenstranges, wobei Pferde als Zugmittel dienten. Das Verlegen der Schienen auf dem Eise bei einer Temperatur bis —30° R. unter Einwirkung heftiger Schneestürme war nicht die schwierigste Arbeit; weit schwieriger gestaltete sich die Ueberführung der Betriebsmittel durch Eisspalten und Eisschiebungen, die völlig unerwartet auftraten und alle Berechnungen und Voraussetzungen störten.*) Durch Eisschiebungen traten so grosse Kräfte auf, dass Schienen brachen, Bolzen und Befestigungstheile auseinandergerissen wurden, der Schienenstrang auf grössere Strecken völlig zerstört und dadurch das Gelingen des ganzen Unternehmens in Frage gestellt wurde. Durch Umsicht und Ausdauer der Bauleiter kam aber eine Bauweise zu Stande, die Schutz gegen Zerstörungen und grössere Beschädigungen des Schienenstranges gewährte. Nachdem man durch Beobachtung die Stellen am Schienenwege ermittelt hatte, an denen Eisschiebungen häufiger auftraten, wurde dort aus langen, starken, kreuzförmig über einander gelegten Balken ein gitterartiges Tragwerk mit Schwellen und Schienen gebildet, das eine grosse Beweglichkeit besass, bei Schiebungen des Eises sich zusammenzog oder ausdehnte und dadurch den Schienenstrang vor Zerstörungen schützte. Zur Beaufsichtigung solcher Bauwerke an den gefährdeten Stellen wurden besondere Schutzwachen gebildet.

Am 29. Februar war der Schienenweg auf dem Eise in der Richtung Station Baikal—Tanchoi endgültig fertiggestellt; am 1. März konnten über 100 Güterwagen auf das Eis geschafft und durch Pferde in Abständen von etwa 105 m vorwärts bewegt werden, wobei anfänglich für jeden Wagen vier, später je zwei Pferde verwendet wurden. Vom 2. März ging die Beförderung der Güterwagen fast ununterbrochen von statten. Nachdem am 14. März im ganzen 1300 Wagen ohne Unfall nach Tanchoi übergeführt waren, trat eine Ruhepause ein, die zur Besichtigung und Wiederherstellung der beschädigten Stellen des Schienenstranges benutzt wurde. Nach Beendigung dieser Arbeiten sollten mit den Güterwagen auch Locomotiven über das Eis geschafft werden; durch neue Spaltenrisse trat aber eine unliebsame Verzögerung ein.

*) Die Entstehungsursache der Eisspalten und Eisschiebungen auf dem Baikalsee ist bisher mit Sicherheit nicht ermittelt worden. Man vermuthet, dass sie durch Erdbeben hervorgerufen werden, die den Boden des Sees erschüttern.

Anfangs hatten sich Risse im Eise nur in der Längsrichtung des Sees, senkrecht zum Schienenstrang, gebildet; am 12. März traten Risse auch in der Längsrichtung des Schienenweges auf und am 15. März bildete sich ein solcher Riss bis auf etwa 20 km Länge, infolgedessen ein Theil des Schienenstranges seitlich verlegt werden musste. Diese Arbeit nahm etwa drei Tage in Anspruch. Nachdem am 18. März auf dem theilweise neuerrichteten Schienenwege 28 beladene Güter- und 10 Personenwagen nach Tanchoi geschafft waren, begann am 19. März die Ueberführung der Locomotiven.

Am westlichen Ufer des Sees betrug die Eisstärke etwa 1,4 m, in der Mitte des Sees etwa 0,9 m und am östlichen Ufer etwa 1,2 m. Diese Eisschicht wäre zweifellos im Stande gewesen, auch die schwersten Locomotiven unter Dampf mit vollem Wagenbestande zu tragen, wenn sich nicht Risse und Spalten gebildet hätten. Das Gefahrvolle der Ueberführung von schweren Betriebsmitteln auf einer Eisschicht mit Spaltenrissen zeigte der Versuch mit einer alten, etwa 30 t-Locomotive; sie sank mit den Vorderrädern ein und konnte nur mit Mühe aus dem Eise befreit und wieder ans Land geschafft werden. Man entschloss sich daher, das Gewicht der 45 bis 55 t schweren Locomotiven durch Abnahme einzelner Theile zu verringern. Zu diesem Zweck wurde der Kessel vom Rahmen entfernt, auf zwei offene Güterwagen geladen und der Rahmen mit den übrigen Theilen getrennt befördert. Die Zusammensetzung der Locomotiven an der Landungsstelle geschah in einfacher Weise, indem man den Kessel auf den Rahmen setzte und die gelösten Bolzen wieder befestigte. Auf diese Weise wurden innerhalb 4 bis 5 Tagen im ganzen 65 Locomotiven von der Station Baikal nach Tanchoi übergeführt. Gleichzeitig fand auch die Beförderung der Personen- und Güterwagen statt. Nachdem sich am 22. März in der Längsrichtung des Schienenstranges eine neue Eisspalte gebildet hatte und der Eintritt wärmerer Witterung zu erwarten stand, wurde auf Anordnung des Verkehrsministers die Beförderung der Betriebsmittel auf dem Eise eingestellt und der Schienenstrang am 27. März abgebrochen.

Mit Hilfe des auf dem Eise errichteten Schienenstranges konnten etwa im Laufe eines Monats von der Station Baikal nach Tanchoi übergeführt werden 2313 offene und geschlossene Güterwagen, 25 Personenwagen, 65 Locomotiven und über 24570 t Güter in 2627 Güterwagen. Dadurch sind zwar die Betriebsmittel der östlich des Baikalsees belegenen Bahnstrecken ergänzt worden; für die Truppenbeförderung haben sie sich aber noch immer als unzureichend erwiesen, um so mehr als durch den frühzeitigen Abbruch des Schienenstranges einzelne Betriebs-

mittel, insbesondere Locomotiven, bis zur Eröffnung der Fährschiffahrt am westlichen Ufer verbleiben mussten. Die Ueberführung der Truppen und Betriebsmittel findet jetzt wieder mit Hilfe der beiden Baikalfähren statt; erst wenn der See vollständig eisfrei ist*), sollen auch Dampfer für diese Zwecke benutzt werden. Die Dampffähre *Baikal* kann mit Locomotiven und Wagen zusammen etwa 200, die Fähre *Angará* 150 Personen befördern. Bisher hat erstere zwischen Station Baikal und Tanchoi nur drei Fahrten einschliesslich der Aufenthalte in 24 Stunden zurückgelegt. Selbst unter der Voraussetzung, dass beide Baikalfähren ohne Betriebsmittel eine bedeutend grössere Anzahl Personen aufnehmen können, wird ihre Leistungsfähigkeit für die Truppenbeförderung nur sehr gering zu veranschlagen sein. Im übrigen bestehen auf dem Baikalsee auch nur wenig Dampfer, die sich für die Truppenbeförderung eignen. Erst nach Eröffnung der Umgehungsbahn werden sich dort die Verkehrsverhältnisse wesentlich günstiger gestalten. Die 260 km lange Umgehungsbahn wird anfänglich 7, nach Errichtung sämmtlicher (22) Ausweichstellen, die in Entfernungen von je 12 km geplant sind, 13 Züge in 24 Stunden nach den östlich des Sees belegenen Bahnstrecken befördern. Sobald die Ueberführung der Fahrgäste, Güter, Baustoffe u. s. w. durch die Baikalfähren und Dampfer stattfindet, werden sämmtliche Züge der Umgehungsbahn die Beförderung der Truppen und Kriegsgegenstände übernehmen.

Solange die Verbindungsbahn zwischen der sibirischen und der transbaikalischen Linie nicht betriebsfähig ist, wird die Lücke des Schienenweges am Baikalsee den Truppenaufmarsch der Russen fortgesetzt erschweren und verzögern. Aber selbst nach Eröffnung der Umgehungsbahn, die frühestens im Sommer dieses Jahres stattfinden kann, werden auf einzelnen Bahnabschnitten der eingleisigen Linie Züge stets nur in beschränkter Zahl befördert werden können. Besonders ungünstig liegen die Verkehrsverhältnisse für die Beförderung der Truppen auf der Transbaikalischen Eisenbahn, die sich vom östlichen Ufer des Baikalsees bei Tanchoi bis zur Grenze der Mandschurei erstreckt. Die Mehrzahl der Flüsse gefriert dort bis auf den Grund, in 2—3 m Tiefe tritt ewig gefrorener Boden auf, die Stärke dieser Bodenschicht beträgt stellenweise 14 m, die Wasserbeschaffung mittels Tiefbrunnen ist daher mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Die Kohlen Transbaikaliens eignen sich nicht für die Heizung der Locomotiven, die Bahn ist auf Holzfeuerung angewiesen. Zur Zeit werden dort 11 neue Ausweichstellen errichtet, auf den 12 vorhandenen wird ein drittes Gleis verlegt. Im Sommer dieses Jahres werden dann von Tanchoi bis zur Grenze der Mandschurei 9 Züge in 24 Stunden verkehren; von diesen sind aber nur 6 Züge für die Beförderung von Truppen und Kriegsgegenständen, ein Zug für die Post- und Personenbeförderung und zwei Züge für die Beförderung der Güter, der Bau- und Heizstoffe bestimmt. Auf der Sibirischen Bahn westlich des Baikalsees liegen die Verkehrsverhältnisse dagegen günstiger. Mit Beginn dieses Sommers werden dort in östlicher Richtung 11 Züge in 24 Stunden verkehren. Nach Errichtung von 58 neuen Ausweichstellen und nach Ergänzung der Betriebsmittel wird die Sibirische Bahn westlich des Baikalsees im Herbst 13 Züge in 24 Stunden befördern. T. [9231]

*) Der Eisaufgang auf dem Baikalsee findet erst Anfang oder Mitte Mai statt. Die Beförderung der Personen auf Schlitten über den See wurde in diesem Jahre am 7. Mai eingestellt; am 5. Mai trat die Baikalfähre wieder in Thätigkeit.

Der Spülversatz im Kohlenbergbau.

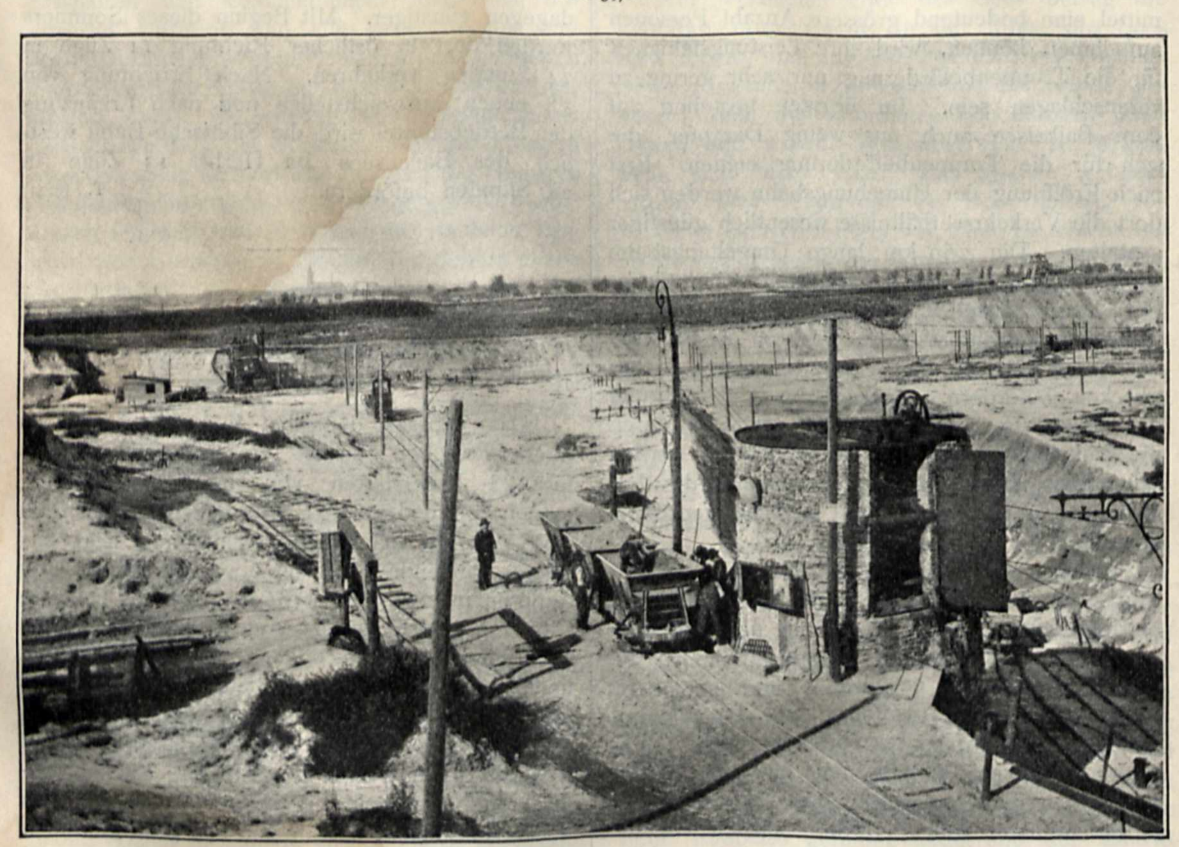
Von Ingenieur Max Buchwald in Kattowitz.

Mit zwei Abbildungen.

Das grösste deutsche Kohlenbecken, das oberschlesische, besitzt ausgedehnte plattenförmige Lagerstätten von mässiger Steilheit, jedoch von bedeutender Mächtigkeit. Unter dem 100—200 m mächtigen Deckgebirge liegt das obere, hängende Flöz von etwa 4 m Stärke und darunter in etwa 200—300 m Tiefe das liegende Flöz von gewöhnlich 4—8 m, in einzelnen Fällen aber über 12 m Mächtigkeit. Beide Flöze befinden sich zur Zeit im Abbau, während für die tiefer liegenden die Aufschliessungsarbeiten eben erst begonnen haben. Die Schwierigkeiten und Verluste beim Abbau solch starker Steinkohlenflöze sind nun keine geringen. Während man schwache Kohlenablagerungen fast ganz gewinnen kann, indem man sie streifenweise abbaut und in den ausgekohlten Abschnitten entweder das Dach zu Bruche gehen lässt oder diese Hohlräume, um die Veränderungen der Erdoberfläche zu verhindern, mit Bergversatz — tauben Gesteinen oder anderen einzubringenden Materialien, wie Schlacke, Asche, Sand und dergleichen — ausfüllt, ist dieses Verfahren bei so mächtigen Flözen, welche, von der Sohle beginnend, etagenweise abgebaut werden müssen, nicht mehr ohne weiteres anwendbar. Der gewöhnliche, von Hand eingebrachte Versatz verhütet zwar auch hier Grubenbrände und stützt die Decke; er wird jedoch wegen seiner losen Schichtung auf etwa die Hälfte seines Umfanges zusammengedrückt, kann also Senkungen der Tagesoberfläche nur verringern, aber nicht mehr verhüten. Liegen

daher die Grubenfelder unter menschlichen Ansiedelungen und Arbeitsstätten, unter wichtigen Land- und Wasserwegen oder Eisenbahnen, so müssen an diesen Stellen in allen über einander liegenden Flözen sogenannte Sicherheitspfeiler in der Kohle stehen bleiben, welche nunmehr das Dach hier in unveränderter Lage erhalten, während neben ihnen dasselbe mehr oder weniger zu Bruche geht. Unter grösseren Ortschaften und Städten verbietet sich der Abbau der Kohlenfelder hiernach ganz von selbst. Da aus Betriebsrücksichten ferner ebenfalls vielfach solche Sicherheitspfeiler in den Gruben stehen bleiben müssen, so ist der hierdurch entstehende Verlust an nutzbarer Kohle ein nicht unerheblicher; er beträgt etwa 25 Procent der Grundfläche und im Mittel 33, bisweilen sogar bis zu 40 Procent der Substanz. Es ist daher erklärlich, dass man alle Mittel aufbietet, um diese Verluste, welche bei schwachen Flözen natürlich sehr viel weniger ins Gewicht fallen, zu vermeiden. Während früher bisweilen kleinere Dörfer seitens der Grubenbesitzer angekauft und abgebrochen wurden, nur um die darunter anstehende Kohle gewinnen zu können, ist dieses Verfahren, welches häufig finanzielle Erfolge ergab — um so mehr als die Senkungsgebiete nach einer Reihe von Jahren, nach vollständiger Auflagerung des Deckgebirges auf das Liegende, wieder bebauungsfähig werden —, heute wegen der hohen Forderungen der Besitzer im Grossen nicht mehr gut anwendbar. Es ist daher schon seit längerer Zeit versucht worden, ein besseres Versatzverfahren zu finden, bezw. den Bergversatz so herzustellen, dass er mit grosser Tragfähigkeit eine möglichst geringe Zusammendrückbarkeit verbindet. Ein solcher Versatz wird sowohl die gefahrlose nachträgliche Gewinnung aller Sicherheitspfeiler, deren Orte natürlich ebenfalls wieder auszufüllen sind, zulassen, als er auch den Abbau unter Ortschaften u. s. w. ermöglicht. Dieses Ziel kann man nun entweder durch eine vollständige Ausmauerung der Hohlräume oder durch deren Ausfüllung mit einem feinkörnigen, unter Zusatz von Wasser eingebrachten und eingeschlämmten Material, wie Sand, Asche u. dergl., erreichen. Ersteres Verfahren scheidet wegen seiner Kostspieligkeit von vornherein aus; es bleibt mithin nur das zweite, welches die weitestgehende Anwendung maschineller Hilfsmittel gestattet, praktisch verwerthbar.

Abb. 397.



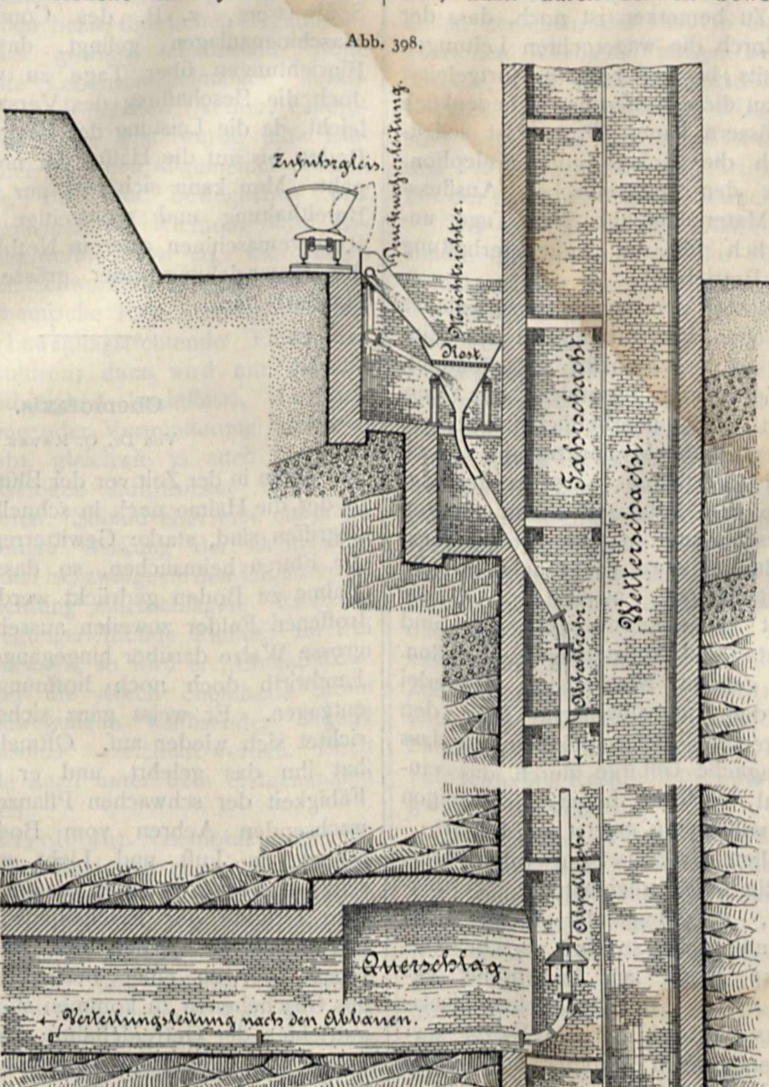
Sandgewinnung und -Verstürzung auf der Myslowitzgrube (Oberschlesien).

Für die Myslowitzgrube in Oberschlesien, bei

welcher die eingangs erwähnten beiden Flöze sich vereinigen und eine einzige Ablagerung von 20 m Mächtigkeit bilden, war die Lösung der Frage des Bergversatzes von besonderer Wichtigkeit, und es ist daher auf ihr bereits vor zwei Jahren das sogenannte Schlamm- oder Spülversatzverfahren versuchsweise in Anwendung gekommen. Diese Versuche sind jetzt als abgeschlossen zu betrachten; sie haben sowohl in technischer wie in finanzieller Beziehung einen vollen Erfolg gehabt, so dass nunmehr fast sämmtliche grösseren Gruben Oberschlesiens dieses neue Versatzverfahren einrichten bezw. schon eingerichtet haben. Ebenso ist es in Russland und Oesterreich bereits eingeführt und wird zur Zeit auch in Westfalen erprobt.

Das Verfahren selbst besteht in Folgendem: Das oberirdisch mit Hilfe eines Trockenbaggers gewonnene Versatzmaterial (s. Abb. 397) wird auf einen eisernen Trichter von 1—2 m Durchmesser gestürzt, welcher oben einen Rost von 70—100 mm Lochweite zur Zurückhaltung grösserer Steine, Rasenstücke u. dergl. enthält (s. Abb. 398). Mit dem Versatzmaterial zugleich wird oberhalb des Rostes Druckwasser aus Spritzröhren zugeführt, während ein unter dem Rost eintretender Wasserstrahl, besonders bei lehmigem Material, den Zweck hat, Verstopfungen am Trichterende zu verhüten (s. Abb. 398). An den Trichter schliesst sich das senkrechte Abfallrohr von etwa 200 mm Durchmesser an, welches in einem Hilfsschacht oder Bohrloch zum Grubenbau herabführt. Hier verzweigen sich von dem Hauptrohre die horizontalen Vertheilungsleitungen durch die Strecken nach den einzelnen ausgehöhlten Grubenräumen, den Abbauen, welche mit Versatz ausgefüllt werden sollen. Das breiige Material fliesst an den tiefsten Stellen derselben zuerst aus, kann durch seitlich bewegliche hölzerne, dicht unter der Firste aufgehängte Rinnen überallhin vertheilt werden und füllt allmählich den ganzen Hohlraum, welcher nach Erforderniss durch hölzerne, mit Stroh, Heu oder ausgespannter Leinwand gedichtete Filterdämme abgeschlossen ist, mit dem festgelagerten Rückstande aus, während das den Transport und die dichte Lagerung bewirkende Wasser durch Kläranlagen dem Schachtsumpfe zufliesst und hier von der Wasserhaltungsmaschine wieder zu Tage gefördert wird. Mit dem Fortschreiten der Ausfüllung werden die Vertheilungsleitungen nach und nach zurückgezogen; der Druck in diesen und damit die Fördergeschwindigkeit des Versatzmaterials kann durch die Bemessung des Wasserzuflusses bezw. durch die Höhe des Wasserstandes im Abfallrohr in beliebiger Weise geregelt werden. Ebenso und durch die Aufgabe nur von Wasser ohne Zusatz von Versatzmaterial werden auch die sehr selten eintretenden Verstopfungen in der Rohrleitung beseitigt. An Spülwasser muss bei Sand etwa die

Abb. 398.



Querschnitt durch einen für Spülversatz eingerichteten Schacht.

gleiche Menge, bei schwerem Fördergut, wie Lehm, Thon, Steine, dagegen das Doppelte bis Zweieinhalbfache des Versatzmaterials zugeführt werden. Die ganz wie eine Wasserleitung ausgebildeten und mit den nöthigen Absperrschiebern ausgestatteten Rohrleitungen bestehen meist aus Schmiedeeisen, die der Abnutzung besonders ausgesetzten Krümmer (Kniestücke) aus Stahlguss. Zu bemerken ist noch, dass der Schlammstrom durch die wagerechten Leitungen anstandslos bereits bis auf 1000 m fortgeleitet wird und dass man diese Entfernung unbedenklich bedeutend vergrössern kann. Ferner ist selbstverständlich noch die Anlage einer Telephonleitung zwischen den unterirdischen Ausflussstellen und der Materialaufgabe über Tage unbedingt erforderlich für die Aufrechterhaltung eines geregelten Betriebes.

Die Kosten dieses Versatzverfahrens, welches übrigens auch schon in Nordamerika zur Einführung gelangt ist, sind nicht unbedeutend, auch ist der Verschleiss besonders der Vertheilungsleitungen nicht unerheblich; trotzdem sind auf der erwähnten Myslowitzgrube durch die Anwendung des Verfahrens — es werden täglich 1000—1200 cbm Sand mit einem einzigen Standrohr eingeschlämmt — die Gewinnungskosten der Kohle um etwa 10 Pfennig für die Tonne heruntergegangen, ausserdem ist die Förderung nicht unbedeutend gestiegen und die Abbauverluste sind vollständig weggefallen. Ebenso haben genaue Nivellements keinerlei Veränderungen der Tagesoberfläche über den Sandversatzstrecken nachweisen können, so dass also das ursprüngliche Gebirge durch das eingespülte Material, welches bereits in wenigen Tagen erhärtet, vollständig ersetzt worden ist.

Da nicht allen Gruben Sand oder Kies, welches unstreitig die geeignetsten Versatzmaterialien sind, in genügender Menge und billig zur Verfügung steht, so sind verschiedentlich auch andere Stoffe zur Anwendung gekommen, z. B. Asche, Müll, Hochofenschlacke (welche, mit Wasser abgelöscht, zu Pulver zerfällt), Schlackensand, auch sandiger oder nachträglich mit Sand oder Asche gemischter Lehm oder Thon. Bei Benutzung der letzteren sind entweder mechanisch getriebene Rührwerke eingerichtet worden, welche das Versatzmaterial vor der Einbringung in die Grube erst vollständig breiig durcharbeiten, oder die Roststäbe in den Mischtrichtern sind als bewegliche, rotirende Messer ausgebildet, welche die grösseren Klumpen beim Durchgange zu kleineren Brocken zerschneiden.

Ausser den schon oben erwähnten Vortheilen des Spülversatzes, wie Ausschluss aller Abbauverluste, vollkommene Sicherung der Tagesoberfläche und vollständige Verhütung von Grubenbränden, vermindert er noch die Schlagwettergefahr und lässt eine beliebige Reihenfolge der Auskohlungsarbeiten zu. Man ist jetzt nicht mehr wie bisher gezwungen, die oberen, meist minderwerthigen Flöze zuerst abzubauen, sondern kann sofort auch die Gewinnung der tieferen Kohlenablagerungen in Angriff nehmen. Als einziger Nachtheil des neuen Verfahrens ist die Schwierigkeit des Winterbetriebes zu nennen; denn wenn es auch durch Verwendung erwärmten Spülwassers, z. B. des Condenswassers der Maschinenanlagen, gelingt, das Einfrieren der Einrichtungen über Tage zu verhüten, so ist doch die Beschaffung des Versatzmaterials nicht leicht, da die Leistung der Bagger in gefrorenem Boden bis auf die Hälfte der normalen heruntergeht. Man kann sich hier nur helfen durch die Bereithaltung und rechtzeitige Einstellung von Reservemaschinen oder in Nothfällen auch durch die Heranziehung einer grösseren Anzahl von Handarbeitern. [9220]

Chemotaxis.

Von Dr. O. Rabes.

Wenn in der Zeit vor der Blüthe des Getreides, in der die Halme noch in schnellem Wachsthume begriffen sind, starke Gewitterregen und -Stürme die Fluren heimsuchen, so dass die schwachen Halme zu Boden gedrückt werden und die betroffenen Felder zuweilen aussehen, als sei eine grosse Walze darüber hingegangen, so blickt der Landwirth doch noch hoffnungsvoll der Ernte entgegen. Er weiss ganz sicher: das Getreide richtet sich wieder auf. Oftmalige Beobachtung hat ihn das gelehrt, und er freut sich dieser Fähigkeit der schwachen Pflanze, die die heranwachsenden Aehren vom Boden wieder aufrichtet, in Luft und Licht wiegt und volle, schwere Körner in ihnen heranreifen lässt. Nach dem Grunde der Erscheinung fragt er nicht; hier muss die Arbeit des Naturforschers einsetzen, der zu einer befriedigenden Erklärung des Geschehenen zu kommen sucht und das Sichaufrichten der Getreidehalme der Einwirkung der Schwerkraft zuschreibt. Durch ihren stetigen Einfluss auf die noch wachsenden Theile des Stengels krümmt sich letzterer an einem Knoten aufwärts und sucht dadurch mit dem oberen Theile des Halmes wieder in die normale senkrechte Stellung zurückzukommen.

Andere Erscheinungen wieder lassen sich durch die Annahme der Einwirkung weiterer Kräfte hinreichend erklären, was zu der allgemeinen Annahme führt, dass der lebende Organismus der Einwirkung äusserer und innerer Kräfte unterworfen ist. Letztere üben einen Reiz auf den Organismus aus, den er in einer ihm eigenen Weise beantwortet. Lange schon hat man sich gewöhnt, die einwirkenden Kräfte selbst kurz als Reize zu bezeichnen.

Am meisten und besten bekannt sind die Reize physikalischer Natur, wie Licht, Schwerkraft, Wärme, weiterhin Elektricität und Osmose. Seit kürzerer Zeit erst ist das Interesse auf diejenigen Erscheinungen gerichtet, die durch chemische Reize hervorgerufen werden. Zwar weiss man schon länger, dass eine bestimmte Zahl chemischer Elemente unbedingt nöthig sind, um den pflanzlichen bezw. thierischen Organismus aufzubauen, dass gewisse chemische Stoffe (Anaesthetica) die Lebenserscheinungen herabsetzen oder auch ganz lähmen (Aether, Chloroform), doch weit später erst wurde jene Einwirkung chemischer Agentien allgemeiner erkannt und beobachtet, die frei beweglichen und wachsenden Organismen die Richtung ihrer Bewegung fest vorschreibt, etwa so, wie wir es eingangs von der Schwerkraft gesehen haben.

Wirkt der chemische Reiz allseitig, so kann natürlich eine bewegungsrichtende Einwirkung daraus nicht resultiren; dann wird nur die allgemeine Lebensthätigkeit beeinflusst, was sich in einer Steigerung oder Verminderung derselben zu erkennen giebt, gleichwie ja auch die Wirkungen des allseitigen Luftdruckes nicht besonders hervortreten. Sobald aber eine einseitige bezw. ungleichseitige Wirkung der chemischen Agentien vorhanden ist, zwingt sie den Organismus, eine gewisse Richtung einzuschlagen. Erstreckt sich dieser bewegungsrichtende Einfluss auf frei bewegliche Organismen, so wird er „Chemotaxis“ genannt, während die durch chemische Stoffe beeinflussten Bewegungen wachsender Organe mit „Chemotropismus“ bezeichnet werden. Doch lassen sich beide auch unter dem erstgenannten Namen vereinigen.

Nachdem Engelmann chemotaktische Erscheinungen an den Bakterien entdeckte, studirte sie Stahl an den nackten Protoplasmamassen der sog. Schleimpilze (Myxomyceten) experimentell. In ein Glas füllte er Wasser, das keinen Sauerstoff mehr enthielt, und schloss es durch eine dünne Oelschicht gegen die Luft ab. Sodann liess er die netzförmig sich ausbreitenden Plasmodien der gelben Gerberlohe *(Aethalium septicum)* auf feuchte Fliesspapierstreifen kriechen und hängte letztere so in das sauerstofffreie Wasser, dass eine Hälfte ausserhalb desselben in der Luft blieb. Nach einiger Zeit zog sich das Protoplasma der eingetauchten Hälfte aus dem Wasser zurück und sammelte sich über der Oelschicht auf dem feuchten Fliesspapierstreifen. *Aethalium* erwies sich also in Bezug auf den Sauerstoff als positiv-chemotaktisch, d. h. es bewegte sich nach dem Sauerstoffe hin. — Der Einwurf, die Plasmodien hätten wohl nur das Wasser meiden wollen, wird dadurch hinfällig, dass sie nach feuchten Stellen hinkriechen, also auf Wasser positiv-chemotaktisch reagiren.

Durch den Einfluss des Sauerstoffes der Luft wurden hier die Plasmodien zur Bewegung in einer bestimmten Richtung gezwungen. Als Oxygenotaxis wird dieses Verhalten bezeichnet und ist bei allen sauerstoffbedürftigen Organismen unter entsprechenden Bedingungen zu beobachten. Zu Gunsten der Annahme, dass Sauerstoff einen richtenden Einfluss ausübt, sind noch einige andere Beobachtungen ausgelegt, die sich auf Zellen beziehen, die zwar in einem engeren organischen Verbande stehen als die der Plasmodien, aber noch genügend Bewegungsfreiheit besitzen, um auf einseitige Reizung durch Sauerstoff reagiren zu können: es ist dieses der Fall bei den Furchungskernen des Arthropoden-Eies und bei der Entwickelung des befruchteten Lachs-Eies.

Bei den Eiern der Arthropoden liegt im Innern die Dottermasse, die von einer dünnen Schicht Keimplasma umgeben ist. Im Centrum des Dotters befindet sich eine Protoplasmainsel mit einem Kerne, der nach erfolgter Befruchtung sich lebhaft theilt. Die daraus hervorgehenden sogenannten Furchungskerne wandern mit etwas Protoplasmamasse nach der Oberfläche und drängen sich dort in das Keimplasma, das um die Kerne Zellen abgrenzt. Diese Bewegung der Furchungskerne erfolgt nach Herbsts Meinung unter dem Einflusse des Sauerstoffes der Luft aus leichtersichtlichen Gründen. — His hatte schon früher darauf aufmerksam gemacht, dass die Flächenzunahme des sich zum Embryo entwickelnden Lachs-Eies auf das Bestreben der Zellen zurückzuführen ist, in möglichst grosser Zahl und Ausdehnung mit der Luft bezw. ihrem Sauerstoffe in Berührung zu kommen, um so dem lebhaften Respirationsbedürfnisse des Keimes genügen zu können.

In derselben Weise werden die aëroben (sauerstoffbedürftigen) Bakterien und die Infusorien vom Sauerstoffe angezogen und sammeln sich dort, wo ihnen dieser am reichlichsten zur Verfügung steht. Deshalb ziehen sie sich bei der mikroskopischen Beobachtung gern an den Rand des Deckglases, umschwärmen Luftblasen im Innern desselben oder sammeln sich an chlorophyllhaltigen — also Sauerstoff producirenden — Pflanzen. Durch eine solche Beobachtung hat Engelmann die chemotaktischen Bewegungen zuerst an den Bakterien entdeckt: Im Gesichtsfelde des Mikroskopes lag eine Diatomee *(Pinularia)*, die im Lichte Sauerstoff abscheidet, von einem Schwarme Spirochaeten dicht umlagert. Plötzlich bewegte sich die *Pinularia* ein Stück weg und blieb dann wieder still liegen. Die Spirochaeten blieben kurze Zeit ruhig an ihrem Orte, wanderten aber sodann eilig ihrem Sauerstoffspender nach und umlagerten diesen nach wenigen Minuten wieder in dichten Scharen.

Dass der Sauerstoff die bewegungsrichtende Kraft war, bewies der Versuch mit grünen

Algen und Diatomeen im Dunkeln. Die Bakterien umgaben dieselben in diesem Falle ganz regellos zerstreut; sobald aber die Zellen belichtet wurden, sammelten sich die Bakterien dicht gedrängt um die Zellen. Wurden Diatomeen zur Hälfte belichtet und zur Hälfte beschattet, so sammelten sich die Bakterien nur an der belichteten Hälfte um die Diatomee. In diesen Fällen kann man die Bakterien direct als Reagens auf Sauerstoff benutzen, durch die auf diese Weise die kleinsten Mengen freien Sauerstoffes nachweisbar sind. In der Pflanzenphysiologie wird diese Methode deshalb nicht nur zum Nachweis der Sauerstoffabscheidung belichteter Pflanzen benutzt, sondern auch zur Bestimmung derjenigen Strahlen des Spectrums, die auf die Assimilation und die mit ihr verbundene Sauerstoffabscheidung am günstigsten einwirken. Wird ein Algenfaden unter das Mikroskop gelegt und ein Tropfen bakterienhaltiger Flüssigkeit zugefügt, so lässt sich bei Einwirkung der Spectralfarben nach einander (succedane Methode) oder nach Anbringung eines Mikrospectrums (simultane Methode) aus dem Verhalten der Bakterien mit ziemlicher Schärfe beurtheilen, welche Strahlen die Sauerstoffabscheidung — und also auch die Assimilationsthätigkeit — am meisten fördern.

Die chemotaktischen Bewegungen der Infusorien sind in umfangreicher Weise von Jennings an *Paramaecium* untersucht. Die in Betracht kommenden chemischen Stoffe wurden dabei durch eine mit capillarer Spitze versehene Pipette in das die Infusorien enthaltende Wasser eingeführt. Handelte es sich um einen unwirksamen Stoff (Zuckerlösung), so blieben die Paramäcien gleichmässig im Wasser vertheilt. Bei negativ-chemotaktisch wirkenden Stoffen (Alkalien) flohen die Infusorien von der Stelle, an der die Flüssigkeit ausgespritzt war, während sie sich bei Anwendung von Säuren, die zumeist positiv-chemotaktisch wirken, in dichten Scharen ansammelten. Ueberraschend war das Verhalten der Paramäcien gegen Kohlensäure: Wurde eine Blase chemisch reiner Kohlensäure unter das Deckglas gebracht, so sammelten sich die Infusorien in dichtem Kranze um dieselbe, sie erwies sich positiv-chemotaktisch, während doch sonst die sauerstoffathmenden Organismen Kohlensäure meiden. Da nun weiterhin die Paramäcien selbst durch ihren Stoffwechsel Kohlensäure erzeugen, so locken sie dadurch andere ihrer Genossen an, wenn sich aus irgend einem Grunde Paramäcien an einem Orte in grösserer Zahl versammelt haben. Hier bewirkt also die positive Chemotaxis der Kohlensäure in sehr einfacher Weise die Bildung einer Genossenschaft.

Allgemein interessant und von grosser Bedeutung für die medicinische Wissenschaft ist das chemotaktische Verhalten der weissen Blutkörperchen, der Leukocyten, den Bakterien gegenüber. Darüber belehrt uns am einfachsten ein Versuch, den Massart anstellte: Ein kurzes Capillarröhrchen wird mit einer Cultur des eitererregenden *Staphylococcus pyogenes albus* gefüllt, an einer Seite zugeschmolzen und in die Bauchhöhle oder unter die Haut eines Kaninchens gelegt. Nach Verlauf von 10—12 Stunden ist bei mikroskopischer Betrachtung des Röhrchens deutlich zu erkennen, dass eine ganze Schar von Leukocyten durch das offene Ende in das Innere des Röhrchens vorgedrungen ist und „wie ein dicker weisser Pfropfen die Oeffnung verschliesst“. Dass nicht die Nährgelatine die Leukocyten anlockt, bewies ein Controlversuch, bei dem bakterienfreie, mit Nährgelatine gefüllte Röhrchen verwendet wurden. Die Röhrchen wurden in diesem Falle von Leukocyten nicht aufgesucht. Die Bakterien selbst sind es nun nicht, die die Leukocyten anziehen, sondern gewisse Stoffwechselproducte, die von ersteren erzeugt werden; denn verwendet man eine von den Bakterienleibern völlig befreite Gelatine, die nur die Stoffwechselproducte der Bakterienform gelöst enthält, so ist der Erfolg wieder der, dass sich das Röhrchen mit eingewanderten Leukocyten anfüllt. Was hier das Experiment zeigte, tritt in der Natur bei den Infectionskrankheiten ein: An den Herden der Infection werden durch die Lebensthätigkeit der Bakterien Stoffwechselproducte erzeugt, die eine starke chemotaktische Wirkung auf die Leukocyten ausüben, so dass diese in grossen Scharen nach der inficirten Stelle hinwandern. Dort beginnt nun, wie Metschnikoff gezeigt hat, ein hartnäckiger Kampf zwischen Bakterien und Leukocyten, dessen Ausgang den Verlauf der Infectionskrankheit ganz wesentlich mitbestimmt. Die Leukocyten fressen die Bakterien ganz einfach auf, sie stellen so gewissermaassen die Sicherheitspolizei des Körpers dar, die die schädlichen Elemente zu entfernen sucht. Ist die Infection nicht zu stark, so können die Leukocyten Sieger im Kampfe werden: die Krankheit ist dann gehoben. Behaupten aber die Bakterien das Feld, so greift die Verseuchung des Körpers weiter um sich, eine allgemeine Erkrankung des Organismus tritt ein, deren Verlauf nun nicht mehr durch die Leukocyten modificirt werden kann, sondern von anderen Momenten abhängt.

Die Leukocyten scheinen überhaupt leicht chemotaktisch reizbar zu sein, denn Buchner fand, dass Eiweissstoffe, Weizenmehl- und Erbsenmehlbrei starke chemotaktische Wirkung auf Leukocyten ausüben. Eine wichtige Rolle spielen sie zudem auch in der Entwickelung z. B. der Insecten in der Ruheperiode, in der das Insect im Puppenstadium sich aus der Larve zum Imago umwandelt. Kowalevsky fand dieses Verhalten beim Studium der nachembryonalen Entwickelung der Fliegen, bei denen das Ruhestadium nur kurz ist und die Umwandlung der Made in die

Fliege relativ schnell erfolgt. Bei dieser Metamorphose werden manche Organe des Madenkörpers, wie z. B. die Kriechmuskeln, überflüssig und treten in eine rasch verlaufende Rückbildung ein. Die Stoffe, die sich bei der Auflösung der überflüssigen Organe bilden, wirken chemotaktisch auf die Leukocyten ein, die schnell zu den sich auflösenden Theilen hinwandern, diese auffressen und wegschaffen helfen. — Dieses Verhalten der Leukocyten während der Histolyse ist nun nicht für alle Fälle zutreffend: bei der Metamorphose anderer Insecten, sowie bei der Degeneration des Schwanzes der Kaulquappen sind sie nicht thätig. Der Grund dafür liegt wohl in dem Umstande, dass in den letztgenannten Fällen die Degeneration der Larvenorgane nur langsam vor sich geht.

Das Verhalten der Leukocyten bei den oligochäten Anneliden hat Guido Schneider untersucht und ist dabei zu analogen Resultaten gekommen. Die Leukocyten finden sich dort in grosser Zahl in der Leibeshöhlenflüssigkeit und resorbiren alle Fremdkörper, die in den Wurmkörper gelangen. Besonders klar zeigte sich dieses, als Schneider einen Wurm mit einem Farbstoffe injicirte. Die sich in der Leibeshöhlenflüssigkeit ausbreitenden Farbkörnchen wurden von den Leukocyten aufgefressen, was sich bei der mikroskopischen Untersuchung ganz klar und scharf zeigte. Dicht zusammengedrängt lagen sie besonders in unmittelbarer Nähe des Ortes der Injection, ein Beweis, dass sie nach dieser Körperstelle hingewandert waren. Auch dieser Befund macht es wieder sehr wahrscheinlich, dass die Leukocyten als Sicherheitspolizei des Organismus functioniren. (Schluss folgt.)

Die ersten Unterseeboote.

Technisch-historische Skizze

von O. Bechstein.

Man ist wohl im allgemeinen geneigt, die Unterseeboote für eine neuere Erfindung des Menschengeistes zu halten, an die er sich erst heranwagen konnte, nachdem Technik und Wissenschaft schon auf einer recht hohen Stufe der Entwickelung angelangt waren. Man sollte das um so mehr annehmen, als es unserer jetzigen, gewiss hochstehenden Ingenieurkunst trotz vieler Versuche bisher noch nicht recht gelingen will, ein wirklich brauchbares, einwandfreies Unterseeboot herzustellen. Und doch ist die eingangs ausgesprochene Annahme eine durchaus irrige, denn schon vor fast 300 Jahren hat es Unterseeboote gegeben, die thatsächlich unter Wasser gefahren sind!

Schon in einem 1644 von Marinus Mersenne, einem französischen Mönche, veröffentlichten Werke findet sich, nach Th. Becks *Beiträgen zur Geschichte des Maschinenbaues**), eine Beschreibung von „Schiffen, die unter Wasser schwimmen“. Nach dieser Beschreibung wurde das erste Unterseeboot in England erbaut, und zwar von dem Philosophen und Mathematiker Cornelius Drebbel, der gegen Anfang des 17. Jahrhunderts am Hofe Kaiser Ferdinands II. lebte und 1634 in London starb.

Dieses erste Unterseeboot, von dem leider eine genauere Beschreibung nicht erhalten zu sein scheint, wurde durch Ruder bewegt, die in der Schiffswand durch Ledermanschetten abgedichtet waren. Ferner besass das Schiff Fenster, durch die die Umgebung beobachtet werden konnte, und war mit Bohrern ausgerüstet, mit denen feindliche Schiffe angebohrt und zum Sinken gebracht werden sollten. Daraus geht hervor, dass der Erfinder sein Fahrzeug nicht nur zu Taucherzwecken bestimmt hatte, sondern auch seine Verwendung im Seekriege ins Auge fasste; man hat es also bei Drebbels Erfindung keineswegs mit einer Art Taucherglocke zu thun (diese wurde übrigens schon um 1600 erfunden), sondern mit dem, was wir heute als Unterseeboot bezeichnen. Die Erneuerung der Luft wurde nach Mersennes Beschreibung durch Schläuche bewirkt, die bis zur Oberfläche des Wassers reichten und dort durch Schwimmkörper getragen wurden. Trotz dieser etwas gefährlichen Vorrichtung fuhr Drebbel in seinem Fahrzeuge 2 Meilen unter Wasser, in der Themse von Westminster nach Greenwich.

Der bekannte Physiker Huygens, dessen Vater dieser Fahrt Drebbels beigewohnt hatte, schrieb allerdings im Jahre 1691 an Papin, der sich um diese Zeit ebenfalls mit dem Bau eines Unterseebootes beschäftigte, nach seines Vaters Angabe habe Drebbels Boot den oben erwähnten Schlauch zur Lufterneuerung (den auch Papin anzuwenden gedachte) nicht gehabt. Vielmehr habe Drebbel „ein anderes Mittel besessen, die Luft im Boote zu erneuern“. Welches dieses „Mittel“, das er als eine „wichtige Erfindung“ bezeichnet, war, darüber schweigt Huygens, vermuthlich, weil ihm darüber selbst nichts bekannt war. Die Zweimeilen-Fahrt Drebbels bestätigt aber auch Huygens, so dass man wohl nicht mehr zweifeln darf, dass Drebbel ein wirkliches und in gewissem Grade gebrauchsfähiges Unterseeboot besessen hat. Auch in einem 1651 erschienenen Werke des Nürnbergers Harstörffer wird Drebbels Boot erwähnt; eine genauere Beschreibung giebt aber leider auch dieser Autor nicht.

Das schon oben angedeutete Papinsche

---

*) Ein Buch, welches jedem Techniker und jedem der Technik Nahestehenden als eine äusserst werthvolle, interessante Lectüre empfohlen sei. (Berlin, bei Julius Springer.)

Unterseeboot erbaute sein Erfinder im Jahre 1692 in Cassel im Auftrage des Landgrafen von Hessen. Das Fahrzeug bestand aus einem viereckigen Blechkasten von etwa $2\frac{1}{2}$ cbm Luftinhalt, dem durch eine Pumpe und einen Lederschlauch Luft zugeführt werden konnte. Aus diesem Umstande darf wohl geschlossen werden, dass Papin die Verwendung des Bootes sich nur in Abhängigkeit von einem Begleitschiffe oder vom Ufer gedacht hatte. Bleistücke waren als Ballast vorgesehen. Ausser dem Einsteigeschacht besass das Boot noch zwei kleinere, durch Deckel verschlossene Oeffnungen; diese sollten unter Wasser geöffnet werden, um Ruder durchzustecken oder aber um mit der Hand Sprengkörper an feindlichen Schiffen anzulegen. Also auch bei Papins Boot tritt der Gedanke der Verwendbarkeit bei kriegerischen Unternehmungen deutlich hervor. Der durch die Pumpe im Innern des Bootes erzeugte Luftüberdruck sollte beim Durchstecken der Ruder oder der Hände durch die genannten Oeffnungen das Eindringen von Wasser verhindern.

Als das Fahrzeug versucht werden sollte, brach der Kran, mit dem es ins Wasser gebracht werden sollte, und das Boot verschwand in den Fluthen der Fulda. Dieser Unglücksfall trug Papin Hohn und Spott seiner Gegner ein, und beinahe wäre der Erfinder auch beim Landgrafen in Ungnade gefallen. Schliesslich gelang es ihm aber doch, den Fürsten zur Gewährung der Mittel zum Bau eines neuen Bootes zu bewegen, da das erste durch den Sturz vollkommen unbrauchbar geworden war. Die Versuche mit diesem zweiten Boot sollen sehr gut ausgefallen sein; mit diesen Versuchen scheinen aber Papins Arbeiten an einem Unterseeboote ihren Abschluss gefunden zu haben.

Erst 100 Jahre später hören wir wieder von einem Unterseeboote, welches der Amerikaner Fulton, der Begründer der Dampfschiffahrt, in Frankreich erbaute und dem Consul Bonaparte zu seinen kriegerischen Unternehmungen gegen die englische Seemacht anbot. Das Schiff war aus Holz gebaut und hatte bei 6,5 m Länge eine Breite von 2,2 m. Unter Wasser fuhr das Boot mittels einer Schraube, die von den Insassen gedreht wurde. Zur Fahrt an der Meeresoberfläche besass das Fahrzeug Mast und Segel, die von innen aus umgelegt werden konnten. Das Auf- und Absteigen des Bootes wurde durch Einnahme und Auswerfen von Wasserballast bewirkt. Die Meeresoberfläche konnte von der drei Mann zählenden Besatzung durch ein Fenster beobachtet werden, welches gerade in der Höhe des Wasserspiegels lag. Die Tauchzeit betrug 3—6 Stunden.

Da die französische Marine der Sache kein grosses Vertrauen entgegenbrachte, sprengte Fulton in Havre zunächst eine grosse unter Wasser verankerte Tonne. Als die Admiralität ihn darauf veranlasste, seine Versuche in Brest fortzusetzen, fuhr der kühne Erfinder ohne Hilfe und ohne Begleitschiff in seinem Boote von Havre nach Brest. Das ist um so mehr bemerkenswerth, als in der Neuzeit noch kein Unterseeboot gewagt hat, diese 200 Seemeilen lange Fahrt ohne Schlepper zurückzulegen. In Brest sprengte Fulton zunächst eine alte Schaluppe und erbot sich, auch eine vor Brest liegende englische Fregatte in die Luft zu sprengen. Die Erlaubniss zu solchem Unternehmen wurde ihm aber von den französischen Marinebehörden nicht ertheilt.

Da die französische Regierung, vielleicht sehr zu ihrem Schaden, es hartnäckig ablehnte, Fultons Erfindung zu erwerben, obgleich deren Brauchbarkeit durch die oben geschilderten Versuche erwiesen schien, ging Fulton nach England, in der Hoffnung, dort bei der die Meere beherrschenden Nation mehr Verständniss für den Werth seiner Erfindung zu finden. Er wurde aufs neue enttäuscht. Gerade weil England seine Macht zur See kannte, glaubte es solcher Mittel zur Erhaltung und Vergrösserung dieser Macht nicht zu bedürfen und wies Fulton ab, obgleich es ihm gelungen war, vor den Augen der englischen Admiralität eine Brigg in die Luft fliegen zu lassen.

Da kehrte Fulton in sein Vaterland Amerika zurück und liess den Gedanken an die Verwendung seines Unterseebootes fallen, um ihn nicht wieder aufzunehmen. Die glücklichen Fahrten seines Dampfschiffes *Clermont* auf dem Hudson (1807), die den Beginn der Dampfschiffahrt bilden, brachten ihm die Erfolge, die er unter Wasser vergeblich gesucht hatte. Auch keinem seiner Nachfolger hat es bis heute so recht gelingen wollen, die Frage unterseeischer Schiffahrt einwandfrei zu lösen und die Lorbeeren zu pflücken, die einem Drebbel, Papin und Fulton versagt blieben. [9213]

RUNDSCHAU.

Mit zwei Abbildungen.

Unsere Augen, die uns fast beständig Berichte über die uns umgebende Aussenwelt zu erstatten haben, sind leider keine untrüglichen Berichterstatter. Freilich berichten sie wahrhaft, was ihnen erschienen ist, aber dieser Schein entspricht durchaus nicht immer genau dem wirklichen Bestande. Durch Erfahrung gewitzigt, prüfen wir daher jeden Bericht der Augen, ehe wir ihm vertrauen. Manche dieser Prüfungen und daran anschliessende Berichtigungen haben wir von klein auf so oft vorzunehmen, dass sie uns vollständig geläufig werden, so dass es uns kaum möglich ist, ihrer bewusst zu werden. Dahin gehört, dass wir aus dem verkehrten Bilde auf der Netzhaut auf die aufrechte Stellung der gesehenen Körper schliessen. In vielen anderen

Fällen ist aber bewusste Arbeit des Verstandes nöthig, um das gesehene Bild richtig zu deuten. Und diese Arbeit ist bisweilen leicht, so dass ein Jeder sie ohne weiteres richtig ausführt, bisweilen aber auch sehr schwer, so dass die Täuschung von Manchem trotz alles Erklärens nur widerwillig oder gar nicht als Irrthum anerkannt wird.

Abb. 399.

Den Schein, dass man im Eisenbahnwagen ruhig sitzt, während die Bäume und Häuser draussen in rasendem Laufe vorübereilen, deutet Jeder ohne weiteres richtig, denn dieser Irrthum widerspräche zu handgreiflich allbekannten Thatsachen. Sehr lange Zeit jedoch hat es gedauert, ehe man den ähnlichen Wahn, dass die Erde fest stehe und die Gestirne sich um sie bewegen, als falsche Ansicht erkannte.

Im fahrenden Eisenbahnwagen bietet sich Gelegenheit zu einer anderen Beobachtung, die wohl nicht Jeder sofort richtig deuten wird. Wenn eine Krähe im freien Felde in gleicher Richtung mit dem Zuge fliegt, wer hat da nicht schon geglaubt, dass der Vogel mühsam gegen lebhaften Wind ankämpft und nur mit Noth vorwärts kommt? In Wirklichkeit fliegt der Vogel ganz gemüthlich; da aber der Zug in derselben Richtung fährt, kommt der Vogel gegen den Zug nur wenig vorwärts oder bleibt gar zurück. Was wir da sehen, beurtheilen wir nun, wie wir gewohnt sind als Fussgänger den Vogelflug zu schauen, und da allerdings ist schon ein kräftiger Gegenwind nöthig, wenn die Krähe so langsam vorwärts kommen soll, wie es uns vom fahrenden Zuge aus erscheint. Wir vergessen also hierbei, unsere Eigengeschwindigkeit zu beachten.

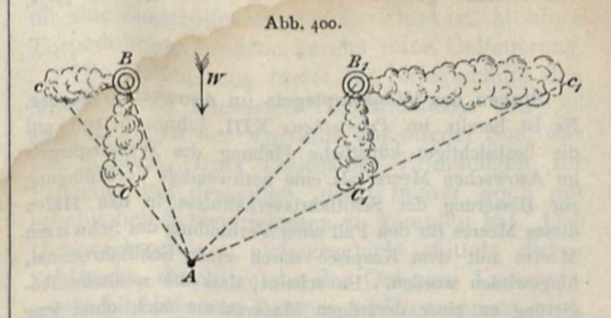
Besonders schwierig sind die Richtungen von Bewegungen und von Linien zu beurtheilen, wenn es dabei zum Vergleiche an Gegenständen fehlt, die nach Lage und Richtung genau bekannt sind. In Abbildung 399 bedeute, aus der Vogelschau gesehen, a die Spitze eines Kirchthurmes, ab die Wetterfahne, A das beobachtende Auge und N, O, S, W die vier Himmelsgegenden. Wenn die Fahne in der Lage ab ist, werden wir mit Sicherheit sagen können, dass Ostwind herrscht, denn wir sehen die ganze Fläche der Fahne vor uns und vermögen die eigenthümliche Gestalt des Fahnenblattes und die etwa eingeschnittenen Zeichen genau zu erkennen. Steht aber die Fahne zur Blickrichtung nicht im rechten Winkel, sondern schräg, etwa in der Lage ab_1 oder ab_2, so werden wir wohl bestimmt sagen, es wehe ein östlicher Wind. Ob das aber Nordost- oder Südostwind ist, das zu bestimmen hält schon schwerer; wir sehen die Fahne in Verkürzung, also nicht in ihrer wahren Gestalt. Da sie nur ein flächenhaftes Gebilde und weit von uns entfernt ist, können uns auch Schattenwirkungen oder Deckungen der einzelnen Theile nichts helfen. Vergleichsgegenstände sind in nächster Nähe auch nicht vorhanden, und so müssen wir uns anderweit nach Hilfe umsehen, etwa andere Wetterfahnen, Wolkenzug, Rauch aus Schornsteinen u. A. m. beachten.

Noch viel auffälliger täuschen uns die Rauchwolken ferner Schornsteine. Oft sieht man bei lebhaftem Winde in offener Gegend die Rauchwolken zweier Fabrikessen in entgegengesetzter Richtung ziehen, wie es Abbildung 400 andeutet, die, ebenfalls aus der Vogelschau, bei A das beobachtende Auge, bei B und B_1 die Spitzen der beiden Essen und in Bc und B_1c_1 die beiden Rauchwolken zeigt, wie sie dem Beobachter erscheinen, wenn der Wind in der Richtung des Pfeiles W weht, während BC und B_1C_1 die wirkliche Lage der Rauchwolken angeben. Der Irrthum kommt dadurch zu Stande, dass im Verlaufe der gestrichelt gezeichneten Sehlinien keine Vergleichskörper liegen, die durch Deckung den wahren Sachverhalt offenbaren könnten. Der Beobachter kommt also durch den blossen Augenschein zu dem falschen Schlusse, dass an den beiden Orten B und B_1 entgegengesetzte Winde wehen und zwar bei B_1 der stärkere, weil diese Rauchwolke länger erscheint, als die bei B.

Derselben Täuschung unterliegen wir, wenn wir bei bewölktem Himmel glauben, aus Zwischenräumen der Wolken die Sonnenstrahlen in verschiedener Richtung schräg zur Erde einfallen zu sehen. Wir suchen dann den Ausgangspunkt der Strahlen, die Sonne, nicht allzuweit hinter den Wolken, da ja die rückwärtigen Verlängerungen der Strahlen, wie wir sie sehen, sich auch wirklich sehr bald schneiden würden. In Wahrheit ist jedoch die Sonne sehr weit entfernt und die Strahlen verlaufen gleichgerichtet. Dass sie scheinbar auseinanderweichen, liegt daran, dass wir sie von einem Punkte beobachten, der in der Richtung der Sonnenstrahlen zwischen den beiden Wolkenlücken liegt, ähnlich wie in Abbildung 400 das Auge A in der Windrichtung W zwischen den Spitzen der beiden Fabrikessen liegt. Es ist nichts Anderes, als wenn wir glauben, dass die beiden Baumreihen einer geradlinigen Landstrasse in der Ferne zusammenlaufen. Ebenso deucht dem Radfahrer, der bei schlechtem Wege die Bahn der Wagengleise benutzt, dass diese Bahn vor ihm immer enger wird, und er fürchtet, bald absteigen zu müssen, erkennt aber beim Näherkommen, dass die gefürchtete Stelle auch nicht enger ist, als die schon durchfahrene Strecke. Nicht selten sieht man, wie die Wolken strahlenförmig von einer Stelle fern am Gesichtskreise ausgehen. Ja, man sieht sogar in der gegenüberliegenden Gegend des Gesichtskreises die Wolken wieder einem Punkte zustreben. In Wirklichkeit werden das meist gleichgerichtete Wolkenzüge sein, die ebenso, wie oben bei den Rauchwolken erklärt, das Auge täuschen.

Das Nordlicht erweckt häufig den Anschein, als kämen seine Strahlen von einem Mittelpunkte her, und dasselbe

Abb. 400.



thun ja auch die Strahlen des Abend- und Morgenrothes. Auch hier melden die Augen einen Irrthum, indem sie uns einen Strahlenmittelpunkt vortäuschen, der an dem Gesichtskreise oder doch nicht weit jenseits desselben liegt, während doch die Strahlen ihren Ursprung in weit grösserer Ferne haben.

Mit diesen Beispielen ist die Reihe der Irrthümer, denen die Berichte der Augen uns aussetzen, wenn wir

sie ohne verstandesmässige Prüfung annehmen, noch lange nicht erschöpft, aber diese Aufzählung wird genügen, zu zeigen, dass die Thätigkeit eines Sinnes, und sei sein Werkzeug noch so vorzüglich, für sich allein uns nicht richtig zu leiten vermag. A. GRAEF. [9232]

* * *

Lebendig gebärende Insecten. Im allgemeinen sind die Insecten dadurch ausgezeichnet, dass sie Eier ablegen, welche sich sodann in Larven umbilden. Jedoch fehlt es nicht an Formen, die lebendig gebären. Bei ihnen wird also der Embryo in einem Zustande ans Licht der Welt gefördert, in dem er den Kampf ums Dasein unmittelbar aufnehmen kann. Bekannt sind in dieser Beziehung die Blattläuse, deren Sommergeneration ohne Befruchtung lebende Junge gebiert, ein Vorgang, den Jedermann durch Betrachtung einer Ansammlung von Blattläusen ohne Mühe beobachten kann. Die Herbstgeneration hingegen ist eierlegend. Ganz ähnliche Verhältnisse bieten auch die Tannenläuse *(Chermesinae)*, die Rebläuse, die Schildläuse sowie die Larve von *Miastor*, einer Gallmückengattung, dar. Bei letzterer bilden sich während des Larvenlebens Eierstöcke, deren Eier sich ohne Befruchtung zu neuen Larven entwickeln, welche dann durch Bersten der Haut des Mutterthieres frei werden. Von anderen lebendig gebärenden Insecten giebt N. Holmgren in den *Zoologischen Jahrbüchern* folgende Zusammenstellung:

1. Netzflügler: *Notanatolica vivipara*, *Cloëon dipterum* (?).
2. Geradflügler: eine Anzahl Schaben *(Panchlora viridis, Blabera, Eustegaster, Oxyhaloa)*.
3. Käfer: 3 Raubkäfer (Staphyliniden), 9 Blattkäfer *(Orina* und *Chrysomela)*.
4. Halbflügler: die meisten Schildläuse (Cocciden).
5. Zweiflügler: die Gruppe der Puppengebärenden *(Pupipara)*, Biesfliegen- *(Oestrus-)*, Raupenfliegen- *(Tachina-)* Arten, *Cephalenia*, *Dexia*, *Prosena*, Fleischfliege *(Sarcophaga)*, *Musca sepulchralis*, *Mesembrina meridiana*, *Termitomyia* und gelegentlich auch die Schmeissfliege *(Musca vomitoria)*.
6. Schmetterlinge: eine brasilianische Motte.
7. Fächerflügler *(Strepsiptera)*.

Wahrscheinlich ist es, dass der erhöhte Schutz der Brut, der mit dem Lebendiggebären verknüpft ist, auch bei der Entwickelung der oben aufgezählten Fälle mit von Einfluss gewesen ist. W. SCH. [9172]

* * *

Sinken des Wasserspiegels im Asowschen Meere. Es ist bereits im *Prometheus* XIII. Jahrg., S. 198 auf die beabsichtigte künstliche Hebung des Wasserspiegels im Asowschen Meere, als eine nothwendige Vorbedingung zur Besserung der Schiffahrtsverhältnisse in den Häfen dieses Meeres für den Fall einer Verbindung des Schwarzen Meeres mit dem Kaspisee durch einen Schiffahrtscanal, hingewiesen worden. Es scheint, dass die russische Regierung zu einer derartigen Maassnahme auch ohne jene Canalverbindung, wegen des allmählichen Austrocknens des Asowschen Meeres, gezwungen sein wird. In den letzten fünf Jahren hat sich der Wasserspiegel dieses Meeres so viel gesenkt, dass 120000 ha früheren Meeresbodens jetzt nur noch Sumpfland sind. Durch diese Verflachung des Wassers haben bereits verschiedene Häfen, besonders die von Taganrog und Rostow, empfindliche Einbusse erlitten. Durch den geplanten Damm, den man, wie bereits früher erwähnt, durch die Strasse von Kertsch anzuschütten beabsichtigt, denkt man den Wasserspiegel des Asowschen Meeres um mehr als 3 m heben zu können. Die Kosten des Dammes mit Schleusen sind auf 20 Millionen Mark veranschlagt. [9241]

* * *

Bekämpfung der Erdflöhe. Das in Frankreich immer weiter um sich greifende schädliche Auftreten der Erdflöhe erfordert die Anwendung von energischen Bekämpfungsmaassregeln. Zu solchen empfiehlt sich die Benutzung insectenfeindlicher Pilze. Bereits seit einigen Jahren ist bekannt, dass unter den erwachsenen Erdflöhen durch einen Pilz Namens *Sporotrichum globuliferum* eine furchtbare Seuche hervorgerufen werden kann. Wichtiger aber als die Bekämpfung der erwachsenen Thiere ist diejenige ihrer Larven. Auch letztere hat man bereits durch Pilzinfectionen zu vernichten gesucht, jedoch bisher ohne Erfolg. Bessere Resultate erzielten neuerdings C. Vaney und A. Conte mit *Botrytis Bassiana*, einem Pilze, der die unter dem Namen „Muscardine“ bekannte Erkrankung der Seidenraupe hervorruft. In künstlichen Culturen verliert der genannte Pilz freilich seine furchtbare Wirkung. Nimmt man aber von Raupen oder Puppen des Seidenspinners frisches Sporenmaterial und überträgt es auf Weinblätter, so gehen die mit letzteren gefütterten Erdflohlarven fast sämmtlich nach spätestens 6 Tagen zu Grunde. Die mit der Nahrung aufgenommenen Sporen keimen in dem Darmcanal der Larven und es entwickelt sich ein Mycel, das schliesslich alle Organe durchwuchert. Die Verbreitung der Sporen von *Botrytis Bassiana* in den Weinculturen dürfte sich ohne Schwierigkeit auch in grossem Maassstabe durchführen lassen. Man kann freilich einwenden, dass damit für die Seidenraupenzucht eine grosse Gefahr geschaffen würde. Man muss aber bedenken, dass einmal Weinbau und Seidenraupenzucht keineswegs immer in derselben Gegend betrieben werden. Sodann wird sich auch, abgesehen von anderen Vorsichtsmaassregeln, für die Ausstreuung der Sporen in den Weinbergen ein Zeitpunkt finden lassen, an dem für die Seidenspinnerzucht keine Gefahr zu befürchten ist. *(Comptes rendus.)* [9183]

BÜCHERSCHAU.

Eingegangene Neuigkeiten.

(Ausführliche Besprechung behält sich die Redaction vor.)

Zum fünfundzwanzigjährigen Gedenktag der ersten elektrischen Bahn. 1879 — 31. Mai — 1904. gr. 4°. (II, 21 S. m. 30 Abb.) Berlin SW. 11, Siemens & Halske A.-G.

Dickl, Ingen. Ignaz. *Zur Effektberechnung von Flugvorrichtungen.* Zwei Vorträge, gehalten im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine am 10. und 24. November 1903. Mit 27 in den Text gedruckten Abbildungen. gr. 8°. (43 S.) Wien, Spielhagen & Schurich. Preis 3 M.

Riehl, Alois. *Hermann von Helmholtz in seinem Verhältnis zu Kant.* 8°. (48 S.) Berlin, Reuther & Reichard. Preis 0,80 M.

Trutat, E. *Les Tirages photographiques aux sels de fer.* (Bibliothèque photographique.) 16°. (VII, 31 S.) Paris, Gauthier-Villars, Quai des Grands-Augustins, 55. Preis 1,25 Frcs.
